

# 电网技术

## POWER SYSTEM TECHNOLOGY

12  
2016

第40卷12期  
Vol.40 No.12



### 热烈祝贺 桂容谐平

### “10kV智能配网串联补偿装置”

### 成功入选国家电网2016年新技术推广目录

- 基于晶闸管保护方案，响应速度明显高于机械式快速开关
- 荣获国家专利（专利号：ZL201320751287.2）
- 在浙江、福建、广东、贵州、湖南、新疆、内蒙古等地已有数十套成功运行案例
- 国内率先通过中电联新产品鉴定（证书编号：中电联鉴字[2015]第62号），性能指标达到国际先进水平



浙江桂容谐平科技有限责任公司

地址：浙江省杭州市余杭区余杭塘路2630号

邮编：311121

电话：0571-89987188

传真：0571-89987533

网址：www.zjgrxp.com

ISSN 1000-3673



国家电网公司 主办

9 771000 1 2 > 万方数据



## 《电网技术》

### 编辑委员会

主任：刘振亚

委员（按姓氏笔画排序）：

Wei-Jen Lee 丁明 尹积军 文福拴  
王敏 王成山 王相勤 王益民  
Haifeng Wang (王海风) 韦化  
帅军庆 伍莹 刘广迎 刘开俊  
刘开培 刘玉田 刘建明 印永华  
孙昕 汤涌 纪延超 吴云  
吴玉生 Qinghua Wu (吴青华)  
张文亮 张丽英 张启平 张运洲  
张春城 张智刚 李卫东 李文毅  
李向荣 李庆林 李成榕 李群湛  
杜至刚 杨庆 肖世杰 肖立业  
陈峰 陈月明 周浩 郑宝森  
K L Lo (罗国麟) 段献忠 赵庆波  
Wilsun Xu (徐文远) 索南加乐  
栾军 郭剑波 康重庆 曹一家  
曹均正 曹志安 黄强 程浩忠  
舒印彪 葛正翔 路书军 廖瑞金  
穆钢 鞠平

### 顾问委员会

主任：陆延昌

副主任：周孝信 郑健超

委员（按姓氏笔画排序）：

马伟明 王锡凡 卢强 孙才新  
朱英浩 严陆光 余贻鑫 宋永华  
Felix Wu (吴复立) 杨奇逊 汪嚯生  
沈国荣 邱爱慈 陆佑楣 陈清泉  
赵遵廉 唐任远 顾国彪 黄其励  
程时杰 韩祯祥 潘家铮 薛禹胜

## 目次

### · 特约专稿 ·

论基于柔直电网的西部风光能源集中开发与外送

..... 潘垣, 尹项根, 胡家兵, 何俊佳 (3621)

### · 能源互联网 (特约专题主编 孙宏斌) ·

能源互联网中基于区块链的电力交易和阻塞管理方法

..... 邵雪, 孙宏斌, 郭庆来 (3630)

基于大系统理论的新能源电力系统优化控制方法及关键技术初探

..... 曾鸣, 白学祥, 李源非, 刘伟, 程俊, 杨雍琦 (3639)

售电侧改革背景下“互联网+”电能替代发展路线

..... 孙毅, 许鹏, 单葆国, 祁兵 (3648)

基于主从博弈策略的社区能源互联网分布式能量管理

..... 马丽, 刘念, 张建华, 王程, 侯义明 (3655)

中阿电网互联之未来新能源电力丝路.....夏俊荣, 汪春, 许晓慧, 等 (3662)

基于纳什均衡理论的电力市场三方博弈分析

..... 张忠会, 赖飞屹, 谢义苗 (3671)

含电转气的电-气-热系统协同调度与消纳风电效益分析

..... 李杨, 刘伟佳, 赵俊华, 文福拴, 董朝阳, 郑宇, 张睿 (3680)

### · 电动汽车与能源互联网 (特约专题主编 胡泽春) ·

含新能源接入的电动汽车有序充电分层控制策略

..... 占恺峤, 胡泽春, 宋永华, 郭晓斌, 许爱东, 雷金勇 (3689)

基于最大熵原理的含风电和电动汽车电力系统概率潮流

..... 隋冰彦, 侯恺, 贾宏杰, 穆云飞 (3696)

基于节点阻塞电价的电动汽车双层充电优化策略

..... 麻秀范, 王超, 洪潇, 李颖, 王皓 (3706)

采用功率限制的住宅区电动汽车有序充电控制策略

..... 齐先军, 李冬伟, 纪姝彦 (3715)

计及全寿命周期成本的两阶段电动汽车充电网络规划模型

..... 张程嘉, 刘俊勇, 刘友波, 向月, 孙兵, 张凯 (3722)

含分布式电源和电动汽车的微电网协调控制策略

..... 赵兴勇, 王帅, 吴新华, 刘健 (3732)

### · 大规模交直流混联电网运行特性、风险及控制技术

(特约专题主编 汤涌、易俊) ·

特高压电网安全监控功能和技术需求分析

..... 杨海涛, 吉平, 任远, 刘晋雄, 王皓, 汤伟, 张琳娜, 等 (3741)

电力系统多 FACTS 交互作用与协调控制综述

..... 高磊, 褚晓杰, 汤涌, 唐晓博, 易俊, 李文锋 (3749)

强直弱交区域互联大电网运行控制技术与分析.....李勇 (3756)

基于二阶锥切负荷模型的大规模交直流混联电网可靠性评估

..... 谢海鹏, 何剑, 别朝红, 云雷, 易俊, 汤涌 (3761)

采用新型自适应动态规划算法的柔性直流输电附加阻尼控制

..... 沈郁, 陈伟彪, 姚伟, 廖诗武, 文剑宇, 何海波 (3768)

### · 低碳电力技术 (特约专题主编 康重庆) ·

考虑有向功率特性的风电场功率输出模型

..... 叶林, 饶日晨, 郎燕生, 宋旭日, 李强 (3775)

基于自适应鲁棒优化的互联微网能量/备用共享调度

..... 赵天阳, 陈奇芳, 张建华, 于雷 (3783)

基于电能质量的分布式电源上网电价机制

..... 金森钧, 高雄, 陈俊鑫, 彭勇刚, 韦巍, 雷金勇, 田兵 (3790)

电热联合系统多时间尺度滚动调度策略

..... 邓佳乐, 胡林献, 邵世圻, 刘述欣 (3796)  
主动配电网中储能和需求侧响应的联合优化规划  
..... 李秀磊, 耿光飞, 李玉琦, 陆凌芝 (3803)

· 电力系统 ·

北美大电力系统可靠性风险评估体系及启示

..... 刘文霞, 单晓东, 江伟民, 王志强, 夏宝亮 (3811)  
考虑安全约束的未来输电网利用率评估

..... 孙亚, 肖晋宇, 彭冬, 龙望成, 张振高, 王学军, 李慧, 张沛, 等 (3818)  
考虑降雨诱发次生地质灾害的电网风险评估方法

..... 邓创, 刘友波, 刘俊勇, 黄丹青 (3825)  
基于拟蒙特卡罗模拟和核密度估计的概率静态电压稳定计算方法

..... 赵建伟, 李禹鹏, 杨增辉, 严正, 徐潇源, 冯楠, 崔勇 (3833)  
逆变侧控制策略对换相失败影响的研究

..... 赵书强, 董沛毅, 蒲莹, 卢亚军, 马玉龙, 高本锋, 毛亚鹏 (3840)  
在线滚动的单步电压控制优化模型..... 张芳, 郭灿灿, 李传栋 (3849)

多直流馈入城市输电网谐波放大特性分析  
..... 金祖洋, 杨洪耕, 潘爱强 (3857)

考虑测量误差的谐波贡献评估  
..... 王莉虹, 肖先勇, 张逸, 黄勇, 刘亚梅 (3865)

县级电网线损管理综合对标评价  
..... 李滨, 刘铸峰, 黄柳军, 包岱远, 吕仁周 (3871)

考虑光伏不确定性的低压配电网分散无功补偿鲁棒优化配置  
..... 张海鹏, 林舜江, 刘明波 (3880)

配电变压器无触点有载自动调压的一种新方案  
..... 赵玉林, 李海凤, 牛泽哈, 张海燕, 寻广朕 (3888)

· 智能用电技术 (特约专题主编 刘建明、杜蜀薇) ·

面向可再生能源消纳的智能用电关键技术分析与思考  
..... 王蓓蓓, 赵盛楠, 刘小聪, 李扬, 孙旻 (3894)

基于二次分组的避峰负荷优化调控方法  
..... 李彬, 曹望璋, 崔高颖, 刘向军, 孙毅, 祁兵, 翟峰, 孙志强 (3904)

基于遗传优化的非侵入式家居负荷分解方法  
..... 孙毅, 崔灿, 陆俊, 郝建红, 刘向军 (3912)

基于互联网家电的需求响应聚合系统信息接口研究与设计  
..... 祁兵, 陈宋宋, 柏慧, 李彬 (3918)

· 自动化 ·

输电线路零序参数的在线自适应 IGG 抗差辨识方法  
..... 薛安成, 周健, 黄梓华, 游宏宇 (3923)

应用耦合电容传感器的变压器类绕组暂态电压非接触式测量方法  
..... 倪鹤立, 王同磊, 袁炜雄, 胥建文, 臧英, 杜建平, 张乔根 (3930)

基于低频中点钳位单元的非隔离型并网逆变拓扑  
..... 孙慕文, 赵晋斌, 屈克庆 (3938)

· 高电压技术 ·

硬管母联接的 500 kV 避雷器和互感器耦联体系地震模拟振动台试验研究  
..... 程永锋, 朱祝兵, 卢智成, 李圣, 邱宁, 钟珉 (3945)

±800 kV 特高压换流站支柱绝缘子自然积污特性  
..... 李黎, 华奎, 李哲, 刘泽辉, 李瑶琴, 卢明 (3951)

内绝缘参量对电容式电压互感器计量精度的影响分析  
..... 杜林, 陈斌, 陈贤顺, 张福州, 李永森, 冉鹏蔓 (3958)

发电机出口电压互感器绝缘缺陷检测方法  
..... 刘亮, 蒋鑫, 师普辛, 全玉生 (3966)

第 40 卷 (2016) 总目次 ..... (1)  
General Catalogue of Vol.40, (2016)..... (13)

第 40 卷 (2016) 作者姓名检索表 ..... (29)

《工程索引》(EI) 收录核心期刊  
2015 年度全国“百强报刊”  
中国最具国际影响力学术期刊  
中国百种杰出学术期刊  
中国精品科技期刊  
全国中文核心期刊  
RCCSE 中国权威学术期刊  
《科学文摘》(SA) 收录期刊  
《文摘杂志》(AJ) 收录期刊  
中国科学引文数据库 (CSCD)  
中国期刊方阵双效期刊  
电力行业优秀科技期刊

《电网技术》(月刊)

第 40 卷 第 12 期 (总第 397 期)

主 管: 国家电网公司

主 办: 国家电网公司

编 辑: 《电网技术》编辑部

出 版: 《电网技术》杂志社

主 编: 张文亮

副主编: 郭剑波 汤 涌

编辑部副主任: 刘浩芳 010-82812536

广告部经理: 齐 华 010-58386112

发 行: 闫 頔 010-82812465

编 辑: 010-82812523/2543/2981/2982

网上投稿: <http://www.dwjs.com.cn>

电力系统内部电话: 91871+后四位

传 真: 010-82812980

地 址: 100192 北京清河小营东路 15 号

中国电力科学研究院内

印 刷: 北京科信印刷有限公司

北京市昌平区七北路马连店甲 6 号

总发行: 北京报刊发行局

国外发行: 中国国际图书贸易总公司

订 阅: 全国各地邮局

邮发代号: 国内 82-604 国外 1474M

中国标准连续出版物号: ISSN 1000-3673

CN 11-2410/TM

广告经营许可证号: 京海工商广字第 0168 号

# POWER SYSTEM TECHNOLOGY

2016, Vol. 40 No. 12 (Ser. 397)

## Contents

### ▪ Special Paper ▪

**Centralized Exploitation and Large-Scale Delivery of Wind and Solar Energies in West China Based on Flexible DC Grid**  
..... Pan Yuan, Yin Xianggen, Hu Jiabing, He Junjia (3621)

### ▪ Energy Internet ▪

**Electricity Transactions and Congestion Management Based on Blockchain in Energy Internet**  
..... Tai Xue, Sun Hongbin, Guo Qinglai (3630)

**Cybernetic Methods and Related Key Technologies for Alternate Electrical Power Systems Based on Large Scale Systems Theory**  
..... Zeng Ming, Bai Xuexiang, Li Yuanfei, Liu Wei, Cheng Jun, Yang Yongqi (3639)

**Road Map for “Internet Plus” Energy Substitution in Electricity Retail Market Reform in China**  
..... Sun Yi, Xu Peng, Shan Baoguo, Qi Bing (3648)

**Distributed Energy Management of Community Energy Internet Based on Leader-Followers Game**  
..... Ma Li, Liu Nian, Zhang Jianhua, Wang Cheng, Hou Yiming (3655)

**Renewable Energy Generation Linked by Future China-Arab Interconnection**  
..... Xia Junrong, Wang Chun, Xu Xiaohui, Liu Chaoqun (3662)

**Analysis of Trilateral Game in Electricity Market Based on Nash Equilibrium Theory**..... Zhang Zhonghui, Lai Feiyi, Xie Yimiao (3671)

**Optimal Dispatch of Combined Electricity-Gas-Heat Energy Systems With Power-to-Gas Devices and Benefit Analysis of Wind Power Accommodation**..... Li Yang, Liu Weijia, Zhao Junhua, Wen Fushuan, Dong Zhaoyang, Zheng Yu, Zhang Rui (3680)

### ▪ Electric Vehicles and Energy Interconnections ▪

**Electric Vehicle Coordinated Charging Hierarchical Control Strategy Considering Renewable Energy Generation Integration**  
..... Zhan Kaiqiao, Hu Zechun, Song Yonghua, Guo Xiaobin, Xu Aidong, Lei Jinyong (3689)

**Maximum Entropy Based Probabilistic Load Flow for Power System With Wind Power and Electric Vehicles**  
..... Sui Bingyan, Hou Kai, Jia Hongjie, Mu Yunfei (3696)

**A Two Layer Model for Electric Vehicle Charging Optimization Based on Location Marginal Congestion Price**  
..... Ma Xiufan, Wang Chao, Hong Xiao, Li Ying, Wang Hao (3706)

**A Coordinated Charging Control Strategy for Electric Vehicles in Residential Area With Power Limitation**  
..... Qi Xianjun, Li Dongwei, Ji Shuyan (3715)

**Two-Stage Electric Vehicle Charging Network Planning Model Considering Life Cycle Cost**  
..... Zhang Chengjia, Liu Junyong, Liu Youbo, Xiang Yue, Sun Bing, Zhang Kai (3722)

**Coordinated Control Strategy Research of Micro-Grid Including Distributed Generations and Electric Vehicles**  
..... Zhao Xingyong, Wang Shuai, Wu Xinhua, Liu Jian (3732)

### ▪ Operation Features, Risk and Control Technology for Large-Scale AC/DC Hybrid Power Grid ▪

**Analysis on the Functional and Technical Requirements of UHV Power Grid Security Supervisory and Control**  
..... Yang Haitao, Ji Ping, Ren Yuan, Liu Jinxiong, Wang Ai, Tang Wei, Zhang Linna, Li Haojiong, Zheng Fei, Wang Jingjing, Hu Xiaofei (3741)

**Reviews on Interactions and Coordinated Control Among Multiple FACTS**  
..... Gao Lei, Chu Xiaojie, Tang Yong, Tang Xiaobo, Yi Jun, Li Wenfeng (3749)

**Technology and Practice of the Operation Control of Large Power Grid Connected With Weak AC area**..... Li Yong (3756)

**Reliability Evaluation of Large-Scale Hybrid AC/DC Grids Based on SOCP Load Shedding Model**  
..... Xie Haipeng, He Jian, Bie Zhaohong, Yun Lei, Yi Jun, Tang Yong (3761)

**Supplementary Damping Control of VSC-HVDC Transmission System Using a Novel Heuristic Dynamic Programming**  
..... Shen Yu, Chen Weibiao, Yao Wei, Liao Shiwu, Wen Jinyu, He Haibo (3768)

### ▪ Low-Carbon Electricity ▪

**Power Output Model of Wind Farms Considering Directional Power Characteristics**  
..... Ye Lin, Rao Risheng, Lang Yansheng, Song Xuri, Li Qiang (3775)

**Energy/Reserve Sharing Dispatch for Interconnected Multiple Microgrids Based on Adaptive Robust Optimization**  
..... Zhao Tianyang, Chen Qifang, Zhang Jianhua, Yu Lei (3783)

**Research on Distributed Generation Pricing Mechanism Based on Power Quality**  
..... Jin Senjun, Gao Xiong, Chen Junxin, Peng Yonggang, Wei Wei, Lei Jinyong, Tian Bing (3790)

**Multi-Time Scale Rolling Scheduling Method for Combined Heat and Power System**  
..... Deng Jiale, Hu Linxian, Shao Shiqi, Liu Shuxin (3796)

**Integrated Optimal Planning of Energy Storage and Demand Side Response in Active Power Distribution Network**  
..... Li Xiulei, Geng Guangfei, Ji Yuqi, Lu Lingzhi (3803)

---

▪ **Power System** ▪

**Risk Assessment System of NERC Bulk Power System and Its Inspiration**

..... Liu Wenxia, Shan Xiaodong, Jiang Weimin, Wang Zhiqiang, Xia Baoliang (3811)

**Future Transmission Network Utilization Evaluation Considering Operational Security Constraints**

..... Sun Ya, Xiao Jinyu, Peng Dong, Long Wangcheng, Zhang Zhengao, Wang Xuejun, Li Hui, Zhang Pei, Wang Shu (3818)

**A Risk Assessment Method of Power Grid Considering Secondary Geological Hazards Caused by Rainfall Weather**

..... Deng Chuang, Liu Youbo, Liu Junyong, Huang Danqing (3825)

**Probabilistic Static Voltage Stability Calculation Based on Quasi-Monte Carlo and Kernel Density Estimation**

..... Zhao Jianwei, Li Yupeng, Yang Zenghui, Yan Zheng, Xu Xiaoyuan, Feng Nan, Cui Yong (3833)

**Research on Influence of Inverter Side Control Strategy on Commutation Failure**

..... Zhao Shuqiang, Dong Peiyi, Pu Ying, Lu Yajun, Ma Yulong, Gao Benfeng, Mao Yapeng (3840)

**Online Rolling Single-Step Voltage Control Optimization Mode**.....Zhang Fang, Guo Cancan, Li Chuandong (3849)

**Analysis on Harmonic Amplification Characteristics of Urban Transmission Network With Multi-Infeed DC System**

..... Jin Zuyang, Yang Honggeng, Pan Aiqiang (3857)

**Harmonic Contribution Assessment Considering Measurement Error**..... Wang Lihong, Xiao Xianyong, Zhang Yi, et al(3865)

**Comprehensive Evaluation Benchmark Study on Line Loss Management of County Power Grids**

..... Li Bin, Liu Zhufeng, Huang Liujuan, Bao Daiyuan, Lü Renzhou (3871)

**Robust Optimal Allocation of Reactive Power Compensation in Low Voltage Distribution Networks Considering Uncertainty of Photovoltaic Generation**

..... Zhang Haipeng, Lin Shunjiang, Liu Mingbo (3880)

**A New Scheme of Contactless On-load Automatic Voltage Regulation for Distribution Transformer**

..... Zhao Yulin, Li Haifeng, Niu Zehan, Zhang Haiyan, Xun Guangzhen(3888)

▪ **Smart Electricity Consumption Technology** ▪

**Review on Key Technologies of Smart Power Utilization for Renewable Energy Integration**

..... Wang Beibei, Zhao Shengnan, Liu Xiacong, Li Yang, Sun Min (3894)

**Dispatching Approach for Optimized Peak Averting Based on Secondary Round Grouping**

..... Li Bin, Cao Wangzhang, Cui Gaoying, Liu Xiangjun, Sun Yi, Qi Bing, Zhai Feng, Sun Zhiqiang (3904)

**A Non-Intrusive Household Load Monitoring Method Based on Genetic Optimization**

..... Sun Yi, Cui Can, Lu Jun, Hao Jianhong, Liu Xiangjun (3912)

**Research and Design of Aggregate System Information Interface Based on Demand Response of Internet Appliance**

..... Qi Bing, Bai Hui, Chen Songsong, Li Bin (3918)

▪ **Automation** ▪

**On-line Adaptive IGG Robust Identification Method for Zero Sequence Parameters of Transmission Line**

..... Xue Ancheng, Zhou Jian, Huang Zihua, You Hongyu (3923)

**Non-Contact Measurement of Transient Voltage in Transformer Type Windings With Coupling Capacitive Sensors**

..... Ni Heli, Wang Tonglei, Yuan Weixiong, Xu Jianwen, Zang Ying, Du Jianping, Zhang Qiaogen (3930)

**A Novel Active Clamped Non-isolated PV Grid-Connected Inverter**.....Sun Muwen, Zhao Jinbin, Qu Keqing (3938)

▪ **High Voltages** ▪

**Earthquake Simulation Shaking Table Test on Coupling System of 500 kV Surge Arrester and Instrument Transformer**

**Interconnected With Rigid Tube Bus**.....Cheng Yongfeng, Zhu Zhubing, Lu Zhicheng, Li Sheng, Qiu Ning, Zhong Min (3945)

**Contamination Accumulating Features of Post Insulators in  $\pm 800$  kV UHVDC Converter Station**

..... Li Li, Hua Kui, Li Zhe, Liu Zehui, Li Yaoqin, Lu Ming (3951)

**Measurement Errors of Capacitor Voltage Transformer With Different Internal Insulation Parameters**

..... Du Lin, Chen Bin, Chen Xianshun, Zhang Fuzhou, Li Yongsen, Ran Liman (3958)

**A Novel Methodology for Insulation Defect Detection in Voltage Transformer in Generator Circuit**

..... Liu Liang, Jiang Xin, Shi Puxin, Quan Yusheng (3966)

---

**Sponsor:** State Grid Corporation of China

**In Cooperation with:** China Electric Power Research Institute (CEPRI)

**Chairman of Editorial Committee:** Liu Zhenya

**Editor-in-Chief:** Zhang Wenliang

**Editor and Publisher:** Power System Technology Press

**Associate Director of Editorial Board:** Liu Haofang

**Publication Number:** ISSN 1000-3673

**CODEN:** DIJIES      **Devey#:** 621.31

---

**Address:** China Electric Power Research Institute, Qinghe, Beijing 100192, China

**Tel/Fax:** 86-10-82812980

**E-mail:** pst@epri.sgcc.com.cn      <http://www.dwjs.com.cn>

**Agent of Subscriptions Abroad:** China International Book Trading Corporation (GUOJISHUDIAN) P.O.Box 399, Beijing, China



光伏、风力发电，东盟一直走在绿色电力的前沿……



敬请扫一扫



ZGS11-Z.T系列  
光伏就地升压变电站



10kV系列美式风力  
发电用箱式变电站



YBF□-40.5/0.69-□  
紧凑型风电箱变



35kV系列美式风力  
发电用箱式变电站



**光伏变电站  
电力变压器**

**箱式变电站  
风能变电站**

**高低压成套  
电缆分支箱**

**东盟电气集团有限公司**  
DOMAIN ELECTRIC GROUP CO.,LTD.

总部地址：浙江省乐清市柳市镇新都西路51号  
生产基地：南京市溧水经济开发区滨淮大道5号（东盟工业园）  
总机：0577-61730000 传真：0577-62724879  
企业QQ：2881369800 网址：www.dm3dm.com

万方数据